

Az erdeifenyő csemeték ásványi táplálkozása. I.

BÖSZÖRMÉNYI ZOLTÁN

Eötvös Loránd Tudományegyetem Növényélettani Intézet, Budapest

A növényélettan egyik legjelentősebb gyakorlati feladata a növények tápanyag szükségletének megállapítása és így a műtrágyázási rendszer elméleti alapjainak kidolgozása.

Az országos erdősítési tervekben nagy szerepe van az erdei fenyőnek, ezért a jó minőségű csemeték nevelése elsőrendű fontosságú. Az erdősítési tervek végrehajtásához a csemeték már nem nevelhetjük ideiglenes, vándor csemetekertekben és az állandó, nagyüzemi csemetekertek létesítésével pedig az ásványi tápanyagellátás szabályozásának fontossága is fokozódik.

Mint arra F e k e t e [7] rámutat, több évtizedes műtrágyázási gyakorlattal rendelkezünk, mégis a műtrágyázás elméleti alapjai, a műtrágya szükséglet meghatározásának módszerei kevésbé ismertek. A talajok ún. kultúr-állapota, az elővetemény és különösen a talajtípusok természetesen lehetőséget nyújtanak bizonyos sémák kidolgozására, de ezek legfeljebb tájékoztató, viszonylagos értékeket adnak. A jól tervezett szántóföldi kísérletek nélkülözhetetlenek és egy adott területre a legpontosabb eredményeket adják. Azonban eredményeik általánosításához és értelmezéséhez kiegészítő eljárásokra van szükség: kémiai (vagy biológiai) talajanalízisre és növény analízisre.

Kétségtelen, hogy a talajanalízisekkel kidolgozhatunk bizonyos korrelációkat a talaj valamely könnyen oldható tápanyag frakciója és a termés közt. Az ilyen eljárásoknak közös hibája azonban, hogy eddig nem sikerült és nem is valószínű hogy sikerülni fog a növények tápanyag felvételét valamely extrakciós eljárással megközelíteni. Egy ilyen eljárás figyelem nélkül hagyja az ionok kölcsönhatásait a felvételnél és felhalmozódásnál. O l s e n [21] újabb adatai szerint, ha a tápanyagok utánpótlása biztosítva van, akkor a növények egészen szélsőségesen híg oldatokból is változatlan sebességgel veszik fel a tápanyagokat. A tápanyag felvétel szempontjából tehát nem csak a koncentráció, hanem a pótlódás sebessége is lényeges, amely pedig talajanalízissel nem állapítható meg. Tudomásom szerint a nitrogénre és több fontos nyomelemre egyáltalában nem sikerült korrelációkat kidolgozni a termés és a talajösszetétel közt.

A növény-analízis a táplálkozási állapot megállapítására azon a feltételezésen alapszik, hogy minden adott korú és fajú növényi rész rendelkezik egy bizonyos minimális és maximális tápanyag tartalommal [15, 16, 17], vagy több esetleg az összes tápanyagok bizonyos arányával [3, 4, 10, 18, 23, 24, 26, 27], amely szükséges a maximális terméshez. Ha ez igaz, akkor meg kell állapítani a megfelelő standardokat és meg kell állapítani, hogy az ezektől való eltérés, hogyan tükröződik a növényi termékek mennyiségében és minőségében. Akkor, amikor a növényanalízis segítségével a szükséges trágyázás minőségére és módjára kívánunk következtetni természetesen figyelembe kell vennünk a talaj kémiai, fizikai, mikrobiológiai sajátosságait, talajtípust, vetésforgót stb. A növény-analízis nem teszi feleslegessé a műtrágyázási tanácsadásra kidolgozott egyéb módszereket, de alkalmazása ezek eredményeit pontosabbakká teszi. L u n d e g a r d h [16] szerint a levél-analízis mindazon tényezők összességét adja, amelyek befolyásolják a sók felvehetőségét és hozzátehetjük, hogy amelyek befolyásolják a növények növekedését és fejlődését. Ugyanakkor szerinte a növényanalízis az egyetlen módszer, amellyel a víz és homokkulturás kísérletek eredményeit a szántóföldi termelési viszonyokra alkalmazni lehet.

A levélanalízis módszer alkalmazását fenyő csemeték ásványi táplálkozásának a vizsgálatára még a 30-as években többen megkísérelték. (A korábban végzett fenyő hamu analízisek még Liebig visszapótlási elméletének szolgálatában álltak és ma már csak történeti becsek.) M i t c h e l l [19], B e n s e n d [2] és mások [8, 9] gondos tanulmányokban vizsgálták az egyes tápelemek (különösen a N) fokozatos emelésének hatását a fenyő csemeték növekedésére és az illető ásványi anyag %-os tartalmának a változására. Így megállapították a tápanyag tartalom optimumait, amelyeken felül szerintük a trágyázás felesleges, mivel a növekedés nem változik vagy esetleg romlik. Ezekben a vizsgálatokban általában csak egy-egy elem adagolását változtatták és a növényt csak az illető elemre analizálták. Ha bízhatnánk ezeknek a vizsgálatoknak, akkor nagyon egyszerűen meg lehetne állapítani az ismeretlen táplálkozási viszonyok közt nevelt csemeték szükségleteit. Venné az ember a cserespes kísérletben meghatározott N tartalom-növekedés közti összefüggést ábrázoló görbét. Meghatározná a kérdéses csemete N tartalmát és ha az előbbi görbében kimutatott N optimumnál kevesebbet mutatna, akkor kinyilatkoztatná, hogy N trágyázásra van szükség és pedig minél nagyobb a különbség annál nagyobb mértékben.

Ha fenti szerzők több elemre vonatkozóan is analizálták volna fenyő csemétéiket, akkor azt találták volna, hogy egy elem adagolásának az emelésével, nemcsak ennek %-os értéke változik, hanem az összes többi elemé. Ebből következik, hogy a táplálkozási állapot megítéléséhez nem elegendő az abszolút mennyiségek figyelembe vételére, hanem az arányokra is tekintettel kell lenni [23, 24]. Továbbá az is valószínű, hogy ha az egyes elemek fokozatos adagolását az egyéb elemek különböző szintjein végezték volna el, különböző optimumokat kaptak volna. Nem tudjuk azonban, hogy ezek a változások milyen nagyságrendűek és az analízis adatok értelmezését hogyan befolyásolnák. Nem tudjuk pontosan azt sem, hogy a fenyő csemétéknél, melyek azok a fontosabb tápanyag arányok, amelyeket az analízis adatok értelmezésénél feltétlenül figyelembe kell vennünk.

A Növényélettani Intézetben megindított tenyészvázi cseres kísérletek jelentősége, hogy segítségével kiválogathatók azok a kapcsolatok (korrelációk, antagonizmusok) amelyek az egyes tápanyag-termés görbéket lényeges befolyásolják és amelyek a szántóföldi adatok feldolgozásánál feltétlenül felhasználandók. Ezen összefüggések felhasználásával fogjuk feldolgozni az 1954-ben 50 csemetékertől kapott 1 és 2 éves csemete anyagot, és jelenleg szervezés alatt álló csemetékert trágázási kísérleteinket. Jelen dolgozatban az első ilyen jellegű, tájékoztató kísérletekről kívánok beszámolni.

Módszerek

A homok kultúra módszere és adatai.

A kísérlet 1954 június 24-től szeptember 18-ig (87 napig) tartott és a Növényélettani Intézet alsógödi tenyészházában volt elhelyezve.

A kísérletben 2 különböző alapföldtáphoz 5-5 különböző N szintet alkalmaztunk. A homok tápanyag tartalmának ellenőrzésére trágyázatlan kontroll állítottunk be. A N és P vagy K, Ca és Mg arányok a két alap földtáphoz alkalmazott 5-5 N szint esetében azonosak voltak. Mivel a N mennyiségét más ionoktól függetlenül kívántuk változtatni NH_4NO_3 alakjában alkalmaztuk mint Bensen [2] és van Goor [9] hasonló fenyő kísérletükben, a foszfátot azonban nem adtuk foszforsav formájában. Mivel az összefoglaló irodalomban csak egyetlen olyan földtáphoz találtunk (Prjanisnyikov), amely az ammóniumnitrátot mint egyedüli N forrást tartalmazza és ez $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tartalma miatt nem volt megfelelő [25], kénytelenek voltunk új földtáphoz összeállítani (1. táblázat).

1. táblázat
A kísérleti földtáphoz összetétele

Földtáphoz szint és variánsok száma	CaHPO_4	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	KCl	NH_4NO_3	N
	mg/l				p. p. m.
I. 1	50,8	64,8	24,5	26,1	9,1
2	"	"	"	130,6	45,7
3	"	"	"	261,2	91,4
4	"	"	"	391,8	136,9
5	"	"	"	522,4	182,8
II. 6	101,6	129,6	49,0	52,2	18,2
7	"	"	"	261,2	91,4
8	"	"	"	522,4	182,8
9	"	"	"	783,6	274,2
10	"	"	"	1044,8	365,6
III. 11	Trágyázatlan, kontroll				

A földtáphozok p. a. és puriss. tápsókból készültek, desztillált vízzel. Vas és nyom elemek alkalmazására azonban a homokkultúrák kísérletek viszonyai közt nem volt szükség. Az egyes variánsokat 5 ismétléssel állítottuk be, később eredeti tervünkől eltérően 2-2 cserépet célszerűnek látszott áttelelésre félretenni, ezért az adatokat csak 3-as ismétléssel tudtuk feldolgozni.

A földtáphozokat fokozatosan kellett alkalmaznunk, mivel a fenyő csíranövények a magasabb koncentrációkra érzékenyek. Ezért a csírázáshoz az első 3 héten keresztül csak desztillált vizet használtunk, majd 3 hétig az öntöző desztillált vízzel hígítva heti 200 ml-t cserépenként, végül a kísérlet befejezéséig 7 héten át heti 400 ml-t, egy-egy cserépet tehát 3,4 l földtáphozot kapott. A földtáphozok fokozatos alkalmazása a természetes viszonyoknak is jobban megfelel.

A homok kulturákhoz a Homokelőkészítő Vállalat által szállított, mosott és osztályozott 47-es finomságú diósi homokot használtunk. Ez oldható N-t és P-t gyakorlatilag nem tartalmazott. Összetételét a Vállalat laboratóriumának analízise szerint a 2. táblázatban közlöm.

2. táblázat
A kísérlethez használt homok

Kémiai összetétel	Szemcsenagyság megoszlás
SiO ₂ 95,00%	—1,5 mm 0,0 %
Fe ₂ O ₃ 0,9%	1,5—1,0 „ 0,2 %
Al ₂ O ₃ 1,9%	1,0—0,6 „ 4,4 %
CaO 0,9%	0,6—0,3 „ 65,2 %
MgO 0,4%	0,3—0,2 „ 18,4 %
TiO ₂ —	0,2—0,1 „ 10,8 %
Összes alkáli 0,5%	0,1—0,06 „ 0,2 %
Sósavval extrahálható mészes (mint CaCO ₃) 0,38%	
Izzítási veszteség 0,4%	

Kedvezőbb lett volna még alacsonyabb vas, illetve K, Ca és Mg tartalmú homok, azonban ilyet beszerezni nem tudtunk, a tisztításra pedig nem volt meg a lehetőségünk. A trágyázatlan kontrol analízis adatai alapján úgy gondoljuk, hogy a makroelemek kölcsönhatásainak a vizsgálata a homok további tisztítás nélkül is alkalmas (3. táblázat).

3. táblázat
A kontrol analízis adatai és alkalmazott tápanyagok mennyisége

	N	P	K	Ca	Mg	Száraz anyag
	mg					
10 mag	3,8	0,17	2,4	0,28	0,43	65,4
10 kontrolnövény	2,4	0,65	6,3	6,70	3,00	632,1
10 növényre alkalmazott tápanyag	20—932	29—58	32—64	38—76	16—32	900—3117

A mag tápanyag tartalma felett felvett tápanyag mennyiség a kontrolnál általában elhanyagolható az egyes tápoldatokhoz használt tápanyag mennyiségek mellett. Figyelembe kell venni, hogy az öntözéshez elhasznált desztillált vízzel (cserepenként mintegy 4—5 l) is juthattak tápanyag nyomok a kulturákba.

4. táblázat
A víztartalom megoszlása különböző cserepekben

A cserepek száma	1 cm	5 cm	8 cm	13 cm	Átlag
	a maximális kapilláris kapacitás %-ában				
56	17,6	23,8	27,9	52,3	31,7
57	17,6	19,2	22,0	27,7	26,8
58	18,6	23,0	26,6	30,6	31,7
59	28,0	28,5	35,5	49,1	45,0
60	49,1	49,1	45,5	76,0	60,0

A kulturákhoz bitumenezett cserepeket használtunk. Előkísérletekben meggyőződünk arról, hogy az alkalmazott bitumen nem tartalmaz toxikus anyagokat és a cserepek Ca tartalmának a kioldását csökkenti. A bitumen toxikus voltának a megvizsgálására *Sinapis*-sal és erdei fenyővel állítottunk be kísérleteket, a Ca kioldódás bitumenezéssel való csökkenthetőségét a *Lemna minor* teszt növényként való alkalmazásával mutattuk ki. Érdekes, hogy a Mg kioldódás ilyen csökkenését nem tudtuk kimutatni.

Öntözésre desztillált vizet használtunk. A kísérleti homok maximális kapillaris vízkapacitását 26,7%-nak határoztuk meg a Talajvizsgáló Működőkönyvben [1] megadott módon. A cserepeket súlyméréssel ennek a 60%-ára töltöttük fel 2–3 naponként. Természetesen nem várható, hogy ilyen eljárással egyenletes víztartalmat lehetne biztosítani a cserepekben. Mint arra többek közt Hendrichson és Veichmeyer [11] is rámutatnak, szántóföldi vízkapacitás alatti értéket cserepekben nem lehet tartósan fenntartani. Tanulmányoztuk a víztartalom megoszlását ilyen viszonyok közt (4. táblázat) és azt tapasztaltuk, hogy általában a cserepek alján alakult ki magasabb víztartalom. A felső öntözést általában kerülni szokták a felszín algásodása miatt, azonban fenyő csemetéknél legalább is a kelés után egy ideig fontos a felszín nedvesen tartása a csemetedűlés veszélye miatt. Ezért voltunk kénytelenek ezt a megoldást választani.

A kissé elkésett vetési időpont miatt ajánlatosnak láttuk a csemetéket a talajfelszín felmelegedése ellen árnyékolással is védeni. Ez az óvatosság azonban szükségtelennek bizonyult.

Cserepenként mintegy 20 növényt vettünk, később a kissé egyenlőtlen kelés miatt a csemeték számát 14-re csökkentettük. Ez a szám kedvezőnek bizonyult a mintegy 22 cm átmérőjű cserepekben, amelyek átlag 4 kg homokot tartalmaztak. A feldolgozásnál az összes adatokat 10 növényre számoltuk át.

Kémiai analízis

Az analitikai módszerek kiválasztásánál olyan eljárásokat kerestünk, amelyek sorozat minták gyors feldolgozását lehetővé teszik, kevés vegyszert és felszerelést igényelnek és elérik a táplálkozási állapot megítéléséhez szükséges pontosságot.

Az analízisben Kelley, Hunter és Sterges [14] eljárását követtük. Ennek az eljárásnak az az előnye, hogy egy nedves roncsolással készíti elő az anyagot és a roncsolmányban határozza meg az összes-N-t, P-t, K-t, Ca-t és Mg-t. Kevés anyagot igényel.

Eltértünk ettől a módszertől a P meghatározásnál, ahol redukáló szerül SnCl_2 -t használtunk és a K és Ca meghatározásnál, ahol Wolf összeállítását alkalmaztuk [28]. A Kelley és munkatársai eljárása a K-t mint kobaltonitritet, a Ca-t mint oxalátot csapja le (előzetes elválasztások után) és többszöri centrifugálásos mosás után cerimetriásan határozza meg. Ezek az eljárások a sorozatos meghatározásokhoz túlságosan körülményesek, a lángfotometriás meghatározásokhoz viszont nincs meg a lehetőségünk. Ezért vezettük be a Wolf által ajánlott nefelometriás K és Ca meghatározásokat, amelyeket a reagensek keverésének standardizálásával és állandó hőmérséklettel javítottunk. A Mg meghatározását nem tudtuk a Kelley és munkatársai által ajánlott foszfátos lecsapással és a foszfát molibdénkékes közvetett meghatározásával elvégezni. A Mg meghatározásokban Drosdoff és Neapass [6] módszere szerint jártunk el. Ez egy a thiazol-sárgát alkalmazó fotometriás módszer, amely Ca, Al, Mn és foszfátokra kompenzálva van.

A kísérleti eredmények és értelmezésük

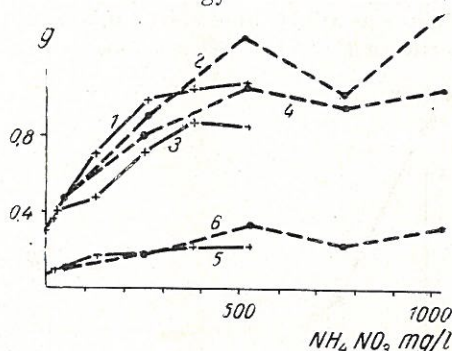
A kísérleti növények növekedése az egyes variánsokban meglehetősen egyenletes, az egyes variánsok növekedésének a fokozódása a N trágyázás fokozásával szabályos volt. A csemeték normális színűek, nem klorotikusak.

Hiány tünetek

Jellegzetes volt a N hiányos csemeték lombjának a vörösödése a kontrolnál, az I-es és kisebb mértékben a 6-os variánsoknál. Ez a lombvörösödés nem tévesztendő össze a lomb őszi vörösödésével, amely inkább lilás árnyalatú és több más variánsnál is tapasztalható volt. Nemec (20) és Pessin (22) a lomb sárgulását tekintik a N hiány tünetének és N hiány esetében a lomb vörösödést nem említik. Hobbs (13) is csak a *Pinus resinosa* Ait.-nál figyelte meg. (Ez a fenyő mint angol neve (red pine) mutatja a lombvörösödésre különösen hajlamos lehet.) Az erdei fenyő lombvörösödését a Nemec növényanalízis adatai alapján általában P hiány jeleinek tekintették. Ez azonban véleményünk szerint nem döntő bizonyíték, mivel adatai szerint, az ilyen növények N tartalma is alacsony volt. Viszont kísérletünkben a vörösödő növények lombjában nemcsak a N tartalom volt az alacsony hanem a P tartalom is. Sajnos P hiányos variánsunk nem volt ezért az N, illetve a P hiány esetén fellépő lombvörösödést egyelőre nem tudjuk összehasonlítani. Mivel vörös lombú csemetéket különböző csemetekertekből kaptunk ezért a kérdéssel részletesebben fogunk foglalkozni.

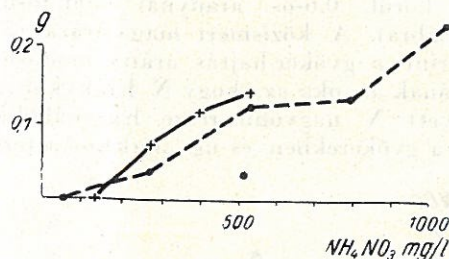
Szárazsúly adatok

A növekedés jellemzését a szokásnak megfelelően a szárazsúly adatokkal adjuk, mivel ezek a növekedés jellemzésére sokkal alkalmasabbak mint a hossz méretek. A N trágyázás fokozásával emelkedik a levelek, gyökök szár és a teljes növény szárazsúlya (1–2. ábrák). A görbék szabályos lefutását csak a 9. variáns adatai zavarják.



1. ábra

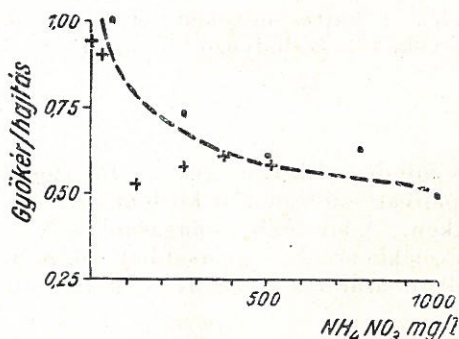
A kísérleti növények szárazsúly frakciói az I. (+) és a II. (•) sorozatban. 1 és 2: A levelek szárazsúlya. 3 és 4: A gyökök szárazsúlya. 5 és 6: A szárak szárazsúlya



2. ábra

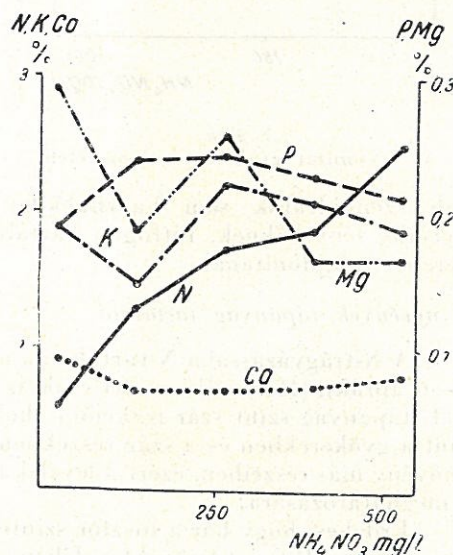
Az oldalhajtások szárazsúlya az I. és II. sorozatban

A teljes növény vagy a levél súly (1. ábra) erőteljesen növekszik a N táplálás fokozásával. Jelentős különbségek nincsenek a két tápanyag szint közt. A gyökér szárazsúlya (1. ábra) gyarapodása lényegesen lassúbb mint a hajtásoké és úgy látszik, hogy a legmagasabb N mennyiségek alkalmazásakor a gyökér szárazsúly szinteződik. A 2. tápanyag szinten úgy látszik, hogy a gyökérzet súlya magasabb mint az 1. tápanyag szint megfelelő értékei. Az oldalhajtások száma és szárazsúlya (2. ábra) jellegzetesen fokozódik a N trágyázással. Ez nyilván egészen általános jelenség. Felmerül az a gondolat hogy az oldalhajtások nem használhatók-e fel a N ellátás egyszerű indexéül.



3. ábra

A gyökér/hajtás szárazsúly arány az I. és II. sorozatban

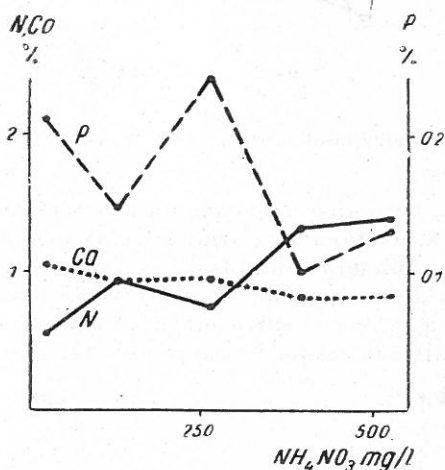


4. ábra

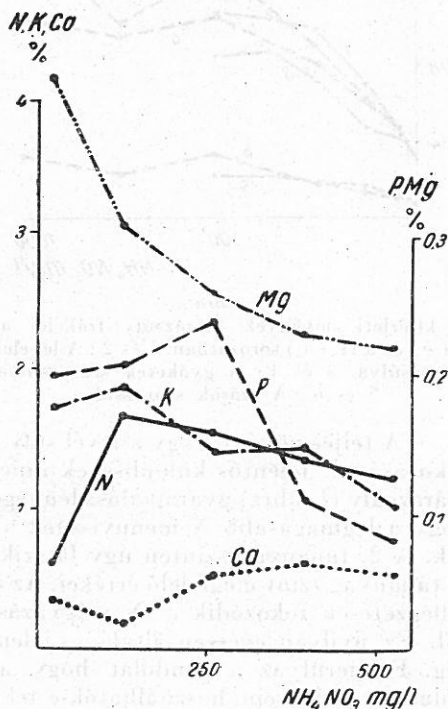
Az I. sorozat leveleinek összetétele

Gyökér és hajtás arány

A gyökér/hajtás arány az irodalmi adatoknak megfelelően változik a N trágyázással. Ez abból ered, hogy a hajtás növekedés gyorsabban fokozódik mint a gyökér növekedés. Bensen (2) szerint a *P. baksiana*-nál a tápoldat 150 p. p. m.-es N koncentrációjáig csökken a gyökér/hajtás arány, ahol eléri a 0,5 arányt és tovább nem változik. Mitchell (19) szerint a *P. stobus*-nál a csökkenés tovább tart és elérheti a 0,35-ös értéket is. Kísérletünkben úgy látszik 180 p. p. m. körül, 0,6-os aránynál állandósul (3. ábra). A közismert magyarázat (5) szerint a gyökér/hajtás arány módosulásának az oka az, hogy N hiánykor a felvett N nagyobb része használdik fel a gyökerekben és ugyanakkor a ter-



5. ábra
Az I. sorozat gyökereinek összetétele



6. ábra
Az I. sorozat szárainak összetétele

melt szénhidrátok sem használódhatnak fel a hajtás növekedéséhez. Mások speciális tényezőknek, nitrogén tartalmú növekedés szabályozó anyagoknak is szerepet tulajdonítanak.

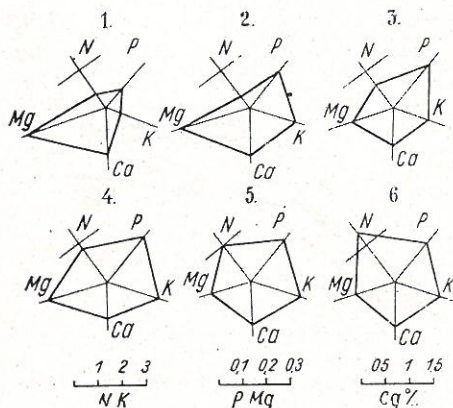
A növények tápanyag tartalma

A N-trágyázással a N-tartalom a növény minden részében egyaránt fokozódik (4–6. ábrák). (Helyszűke miatt csak az I. tápanyag szint adatait közlöm.) Kivétel az I. tápanyag szint szár frakciója ahol csökken. A levelekben magasabb a N%, mint a gyökerekben és a szár részekben. A levelekben a N% gyorsabban nő, mint a növény más részeiben, ezért a levelek a legalkalmasabbak a növény N ellátásának a meghatározására.

Érdekes, hogy bár a foszfor szintek nem változtak egy-egy tápoldat sorozatban, mégis a P% a növény levelében, gyökérében, szárában jellemzően változik. A levelekben és gyökerekben emelkedik majd csökken (4–5. ábrák), míg a szár részekben inkább csökkenő (6. ábra). Néhány korábbi adat [pl. 16] a N-trágyázás

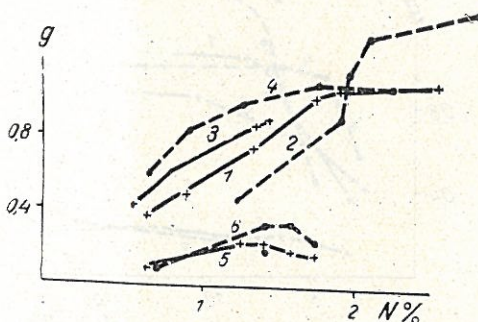
hatására csökkenő P-tartalmakat említ, a különbség oka valószínűleg az eltérő tápanyag szintekben van. A magasabb P-tartalmú tápoldat sorozatban a %-os P-tartalom a levelekben és gyökerekben a külső tápoldat magasabb N-szintjéig emelkedik.

A %-os K-tartalom az alacsonyabb tápanyag szinten a levelekben a N-trágyázás fokozásával előbb emelkedett majd csökkent (4. ábra), a magasabb tápanyag szinten csökkenő. A szár K-tartalma mindkét szinten maximumgörbe szerint változik (6. ábra). (A gyökerek K- és Mg-tartalmának a meghatározása az eltávolíthatatlan homok szennyeződések miatt nem sikerült.)



7. ábra

A kontrol és az I. sorozat leveleinek tápanyag arányai



8. ábra

Az egyes szárazsúly frakciók és N-tartalmuk viszonya az I. és II. sorozatban. (Jelölés lásd I. ábra.)

A %-os Ca-tartalom a levelekben, gyökerekben és szárazokban a N-hiányos variánsoktól eltekintve állandónak mondható (4–6. ábrák). A N-hiányos növényekben kissé magasabb a Ca%. Kivételt képez az alacsonyabb tápanyag-szinten a szárrész, amelyben a N-trágyázás fokozásával a Ca% emelkedik. Érdekes viszont, hogy ugyanakkor a N% erősen csökken. A levelek Ca-tartalma általában kissé magasabb, mint a száráké.

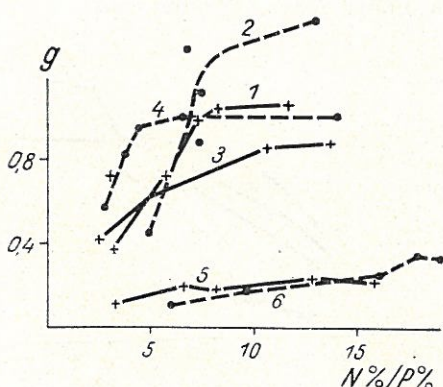
A Mg% a levelekben és a szárazokban egyaránt csökken a N-trágyázás fokozásával (4., 6. ábrák). A száraz Mg-tartalma magasabb, mint a leveleké.

Tápanyag arányok

A N-trágyázás hatására jelentős mértékben változik a különböző tápanyagok %-a a növény egyes részeiben. Ez a tény feltétlenül szükségessé teszi a különböző elemek felhalmozódásában megnyilvánuló kölcsönhatások vizsgálatát. Ezen a területen az egyik legnagyobb nehézség a könnyen áttekinthető grafikus összehasonlítási rendszer hiánya. A L a g a t u és T h o m a s iskolák [pl. 18, 26] háromszög grafikonjaikban legfeljebb 3 tápanyag arányát tudják összehasonlítani (rendszerint N, K, P vagy K, Ca és Mg) a mennyiség figyelembevétele nélkül. A Nicholas—Wallace ábrázolási mód [10] (amelynek egy változatát használok) ezeket a hibákat kiküszöböli. Ennél az ábrázolási módnál egy pontból kiinduló 5 tengelyre mérjük fel a N, P, K, Ca és Mg%-ot. Az egyes elemeknél használatos léptéket úgy választják meg, hogy a kedvező növekedésű növénynél a pontokat összekötve szabályos ötszöget kapjanak. Amikor ebben az ábrázolási módban adjuk az első sorozat variánsainak levél összetételét (7. ábra) a tápanyag arányok változásáról

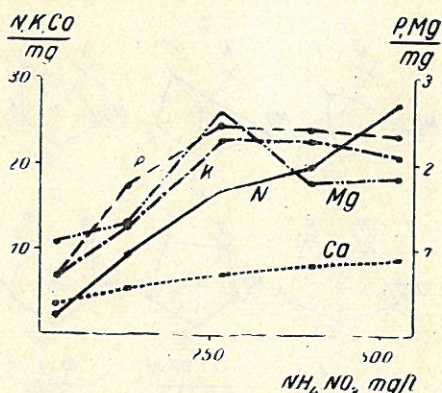
jellegzetes képet kapunk. A N-hiányos növényeket nemcsak az alacsony N-szint, hanem a Ca és Mg viszonylagos bősége is jellemzi.

Nicholas leginkább hiánybetegségek azonosítására használja módszerét, ezért azon küszöbértékek megjelölésére törekszik, amelyek alatt a hiánytünetek fellépnek. Véleményem szerint a Walla—Nicholas típusú grafikonok használhatóbbak lesznek, ha ezen érték helyett az ún. kritikus tápanyag tartalom területét ábrázoljuk (7. ábra). A kritikus tápanyag tartalom fogalmát 1936-ban M a c y [17] vezette be. Különböző trágyázási kísérletekben [15, 17] azt tapasztal-



9. ábra

Az egyes szárazsúly frakciók és N/P arányuk viszonya. (Jelölés lásd 1. ábra.)



10. ábra

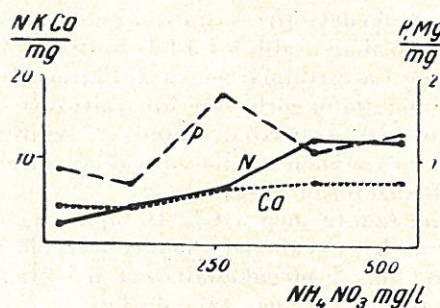
Az I. sorozat leveleinek N, P, K, Ca, Mg tartalma

talták, hogyha trágyázással valamely tápanyag %-át fokozzuk a növényben a növekedés kezdetben csaknem lineárisan emelkedik, majd a görbe meglehetősen éles törést szenved és a belső tápanyag százalék további emelésével a növekedés csak lassan emelkedik vagy nem változik, sőt extrém túladagolásnál csökkenhet is. A kedvezőtlen ellátás és a fölös ellátás közti átmeneti zónát nevezzük a kritikus tápanyag tartalom területének. Adataink szerint a kritikus N-tartalom a levelekben 1,8–2,0%, a gyökerekben 1,3–1,6%, a szárban pedig 1,2–1,5% közt lehet (8. ábra). B e n s e n d [2] adatai szerint a kritikus N-tartalom a *P. banksiana*-nál a gyökerekben 1,5%, a hajtásokban 2,6% körül, M i t c h e l l [19] szerint a *P. strobus* lombban 2,9% körül van.

Ha a kritikus tápanyag koncentráció zónáját állandónak fogadnánk el, akkor ennek ismeretében a növény analízis alapján könnyen választ adhatnánk arra, hogy egy adott trágyázás termésnövekedést okoz-e vagy sem. Ezt a kérdést még kevésbé vizsgálták és a közölt adatok ellentmondóak [27]. Adataink szerint az erdei fenyő esetének kritikus N-koncentrációja nem tekinthető teljesen állandónak, mivel egyéb tápanyagok mennyisége szerint változik. Különösen a levél és szár adatok (8. ábra) mutatnak arra, hogy a magasabb tápanyag szinten a kritikus N-koncentráció is magasabb lesz. Ebben a tényben (amely azonban még további vizsgálatokat igényel) ismét a tápanyag arányok jelentősége jut kifejezésre.

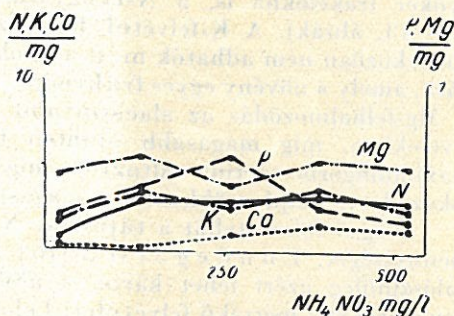
C. P. v a n G o o r [9] szerint a *Larix leptolepis*-nél a növények növekedése a 4-től 5-ig terjedő (belső) N/P arányok területén az optimális és ettől mindkét irányban gyorsan csökken. Amikor adataink alapján az N%/P% értékeket a szárazsúlyokkal szemben ábrázoljuk hasonló, törést mutató görbéket kapunk (9. ábra). Ez az érték, amely felett a szárazsúly-gyarapodás lelassul a levelek esetében

9–10 körül van. A gyökereknél már alacsonyabb értéknél, 5 körül bekövetkezik. A szárrészeknél nem olyan kifejezett, az alacsonyabb tápanyag szinten 10–12, a magasabban 17–18 körül lehet. Az eddigi adatok alapján nem lehet határozott véleményt mondani arra vonatkozóan, hogy más adott N és P mennyiségek vagy egyéb tápanyagok hogyan befolyásolják ezt a kritikus N/P arányt. Ha viszonylag állandónak bizonyulna, értékes eszköz lenne a N és P táplálkozási állapot, ellátás megítélésében.



11. ábra

Az I. sorozat gyökereinek N, P és Ca tartalma

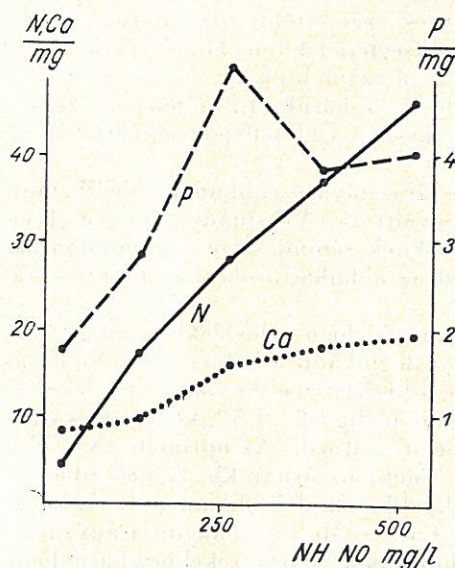


12. ábra

Az I. sorozat szárainak N, P, K, Ca, Mg tartalma

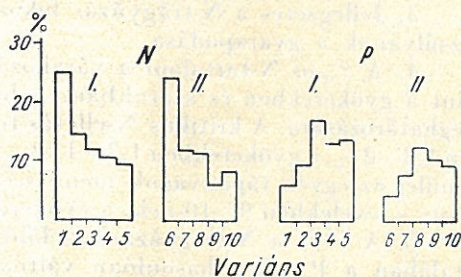
A tápanyagok „felvehetősége”

Tájékozódó kísérletünk eredményei a könnyen felvehető tápanyagok problémája szempontjából is érdekesek. A tápanyagok felvehetőségét a talaj sokféle kémiai, fizikai, mikrobiológiai sajátága komplex módon befolyásolja [12]. Az agrokémikusok számos próbálkozást tettek a talaj könnyen felvehető tápanyag tartalmának a meghatározására. Eközben gyakran szem előtt tévesztették, hogy egy tápanyag felhasználását többek közt más tápanyagok mennyisége is befolyásolja. Nem csak egy hiányban levő tápanyag akadályozhatja meg más tápanyagok felhasználását, hanem egy fölös tápanyag is, mégpedig már olyankor, amikor a növekedést e tápanyag



13. ábra

Az I. sorozat teljes növényeinek, N, P, és Ca tartalma



14. ábra

Az egyes variánsok által felhasznált N és P az összes adott N és P százalékában, az I. és II. sorozatban

feleslege még nem befolyásolja kedvezőtlenül. A kísérlet folyamán természetesen a felvett N-mennyiség a N-trágyázással szabályosan emelkedett (10–13. ábrák). A várákosításnak megfelelően ezzel párhuzamosan az adott N-trágya hasznosítása csökkent (14. ábra). Változott azonban a P, K, Ca és Mg felvétele is, amelyek mennyisége az egyes tápoldat-szinteken azonos volt és amely anyagok az oldatban könnyen felvehető állapotban voltak.

A foszfor felvétel mind a teljes növényben, mind külön-külön a levél, szár és gyökér frakciókba is, a N-trágyázással kezdetben fokozódott, majd csökkent (10–13. ábrák). A K-felvétel határozottan emelkedett (itt sajnos a gyökerekre vonatkozóan nem adhatók meg adatok) és még szabályosabb a Ca-felvétel fokozódása, amely a növény egyes frakcióira és az összes Ca-tartalmára egyaránt kiterjedt. A Mg-felhalmozódás az alacsonyabb szinten maximumgörbe szerint változott a levelekben, míg magasabb szinten fokozódott. A szárakban mindkét szinten maximumgörbe szerint változott, míg a teljes növényben az alacsonyabb szinten fokozódott, majd csökkent, a magasabbon fokozatosan emelkedett.

Végző fokon tehát a tápoldat N-tartalma szabta meg a felvett tápanyagok mennyiségét. Lundegårdh [16] utal arra, hogy valamely ion túladagolása valószínűleg azért lehet káros a növekedésre, mivel megakadályozza más tápanyagok kellő mértékű felvételét. Lehetséges, tehát, hogy egy tápoldatban „könnyen felvehető tápanyagok” vannak és a növény mégis ezek hiányától szenved.

Hálás köszönetet mondok N. G. Potapov professzornak munkám irányításáért, továbbá Migray Emődnének és Polyák Dezsőnek akik a kísérleti munkában segítségemre voltak.

Összefoglalás

A növényélettan egyik legjelentősebb gyakorlati feladata a növények tápanyagszükségletének megállapítása és ezen keresztül a műtrágyázás elméleti alapjainak kidolgozása. Az országos erdősítési tervekben nagy szerepe van az erdei fenyőnek, ezért jó minőségű csemeték nevelése elsőrendű fontosságú. A növényanalízis módszerével tenyészházi kísérleteket és szabadföldi vizsgálatokat indítottunk az erdei fenyő csemeték tápanyagszükségletének megállapítására. Jelen dolgozatban az első tájékozódó kísérlet adatairól számolunk be.

1. A N-hiányos csemeték lombvörösödését észleltük. Ez a jelenség feltétlenül megkülönböztetendő a hideg hatására, késő ősszel fellépő színváltozástól, amely inkább ibolyába játszik.

2. A N-trágyázás fokozásával a gyökerek szárazsúlya lassabban emelkedik, mint a hajtás súlya, tehát a gyökér/hajtás arány megváltozik. A N-hiányos gyökerek viszont vékonyak, kevésbé elágazók és így kedvezőknek semmiesetre sem mondhatók.

3. Jellegzetes a N-trágyázás fokozásával az oldalhajtások számának és szárazsúlyának a gyarapodása.

4. A %-os N-tartalom a várákosításnak megfelelően a levelekben magasabb, mint a gyökerekben és szárakban. A levelek a leginkább alkalmasak a N-ellátás meghatározására. A kritikus N-ellátás területe a kísérleti viszonyok közt a levelekben 1,8–2%, a gyökerekben 1,3–1,6%, a szárban pedig 1,2–1,5% közt van és valószínűleg az egyéb tápanyagok mennyisége szerint változik. Az optimális N%/P% arány a levelekben 9–10-nek, a gyökerekben 5-nek, a szárban kb. 15-nek adódott.

5. A P% a N-trágyázással előbb emelkedik, majd csökken, a K-tartalom általában a P%-hoz hasonlóan változik, a Ca- és Mg% csökkenő irányzatú.

6. Az összes N-felvétel természetesen fokozódik a %-os értékekhez hasonlóan, de a N-hasznosítás csökken. A P- és Mg-felvétel a N-trágyázással előbb fokozódik, majd csökken, a K- és Ca-felvétel végig fokozódik.

Érkezett: 1955. március 1.

Irodalom

- [1] Ballenegger, R.: Talajvizsgálóti módszerkönyv. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 1952.
- [2] Bensen, D. W.: Univ. of Minn. Agr. Exp. Sta. Techn. Bull. 163. 1943.
- [3] Chapman, H. D.: Ann. Rev. Biochem. 14. 709. 1945.
- [4] Chapman, H. D. & Liebig, G. F.: Hilgardia. 13. 141. 1940.
- [5] Curtis, O. F. & Clark, D. G.: Introduction to Plant Physiology. McGraw Hill. New York. 1950.
- [6] Drosdoff, M. & Nearpass, Ch.: Industr. Eng. Chem. Anal. Ed. 20. 673. 1948.
- [7] Fekete, Z.: Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 1952.
- [8] Gast, P. R.: Medellanden Skogsförsöksanstalt. 29 (7). 1937.
- [9] van Goor, C. P.: Plant and Soil. 5. 29. 1953.
- [10] Hewitt, E. J.: World Crops. 2. 455. 1950.
- [11] Hendrichson, A. H. & Veichmeyer, P. J.: Plant Physiol. 16. 821. 1941.
- [12] Hoagland, D. R. & Arnon, D. L.: Soil Sci. 51. 431. 1941.
- [13] Hobbs, C. H.: Plant Physiol. 19. 590. 1944.
- [14] Kelley, O. J., Hunter, A. S. & Sterges, A. J.: Industr. Eng. Chem. Anal. Ed. 18. 319. 1946.
- [15] Lundegardh, H.: Lantbrukshögskolans Annaler. 9. 127. 1941.
- [16] Lundegardh, H.: Leaf Analysis. Hilger & Watts. London. 1951.
- [17] Macy, P.: Plant Physiol. 11. 749. 1936.
- [18] Massibot, J. A.: Méthodes de controle biochimique des essais comparatifs de rendement. (Brunel, A.: Traité pratique de chimie végétale. Tome II. Tourcning. 1948.)
- [19] Mitchell, H. L.: Black Rock Forest Bull. 9. 1939.
- [20] Nemec, A.: Hnojeni lesnich kultur. Praha. 1948.
- [21] Olsen, C.: Physiol. Plant. 3. 152. 1950.
- [22] Pessin, L. J.: Southern Forest Exp. Sta. Occ. Paper 65. 1937.
- [23] Shear, C. B., Crane, H. L. & Myers, A. T.: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 47. 239. 1946.
- [24] Shear, C. B., Crane, H. L. & Myers, A. T.: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 51. 319. 1948.
- [25] Schropp, W.: Der Vegetationsversuch. Neumann. Berlin. 1951.
- [26] Thomas, W.: Plant Physiol. 12. 571. 1937.
- [27] Ulrich, A.: Ann. Rev. Plant. Physiol. 3. 207. 1952.
- [28] Wolf, B.: Industr. Eng. Chem. Anal. Ed. 15. 248. 1943.

МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ. I.

3. Бесермени

Кафедра физиологии растений Университета им. Л. Этвеша, Будапешт (Венгрия)

Резюме

Самым важным практическим заданием физиологии растений является установление потребности растений в питательных веществах и посредством этого — разработка теоретических основ удобрения. В общегосударственном плане облесения важную роль занимает сосна обыкновенная, поэтому получение сеянцев сосны хорошего качества является чрезвычайно важным. Исходя из этого на кафедре физиологии растений Будапештского Университета им. Л. Этвеша, применяя метод анализа растений мы поставили вегетационные и полевые опыты для выяснения потребности в питательных веществах сеянцев сосны. В данной работе приводятся только экспериментальные данные первого ориентировочного опыта.

Мы изучали влияние снабжения азотом на рост и химический состав сеянцев в песчаных культурах. Применялись два различных основные питательные растворы, в каждом по 5 различных доз азота. Концентрация второй серии питательных растворов равнялась двойной концентрации первой серии питательных растворов (таблица 1.). Состав применяемого песка и неудобренных контрольных сеянцев изложен в таблицах 2. и 3. Полив осуществлялся дистиллированной водой и по возможности был урегулирован. Повторность в опыте — 5 кратная. Для химического анализа из растений выделялись следующие фракции: листья, корень, боковые побеги и стебель. В этих фракциях определялся общий N, P, K, Ca и Mg. Методы анализа были составлены из приемов Келли, Хэнтера и Старджеса (Kelley, Hunter, Stargess) (14), Вольфа (Wolf) (28), Дроздова и Нэрпаса (Drosdoff, Nearpase) (6).

Обсуждение результатов: 1. При самом низком уровне N (контроль, 1,6) под влиянием азотистого голодания наблюдалось характерное покраснение хвои. По нашему сведению покраснение хвои при недостатке азота упоминает только Хоббс (Hobbs) (13) у

Pinus resinosa Ait. Покраснение хвои у сосны обыкновенной до сих пор считалось исключительно симптомом недостатка фосфора.

2. Из данных сухого веса (рисунок 1) следует, что в случае удобрения сухой вес корня увеличивается значительно медленнее, чем сухой вес стебля, поэтому отношение корня к побегу снижается и при концентрации N примерно в 180 мг/л стабилизируется около величины 0,6 (рисунок 3). Сухой вес (рис. 2) и количество боковых побегов характерно увеличиваются по мере усиления азотистого удобрения. Может быть, что это явление в некоторой степени можно использовать в качестве показателя снабжения растений азотом.

3. Химический состав растений показан на рисунках 4—6. Так как процентное содержание азота больше всего изменяется в листьях, поэтому по анализу листьев удобнее всего судить о снабжении азотом растения. Процентное содержание P — в питательных растворах с одинаковым содержанием P — сначала возрастает по мере усиления снабжения азотом, а затем падает. Аналогично P изменяется и процентное содержание K, но Ca и особенно Mg обнаруживает снижающуюся тенденцию.

4. Для сравнения отношений питательных веществ автор считает особенно наглядным метод изображения Николас—Веллеса (Nicholas—Wallace). Данные анализа листьев I-ой серии приводит в этом изображении (рисунок 14). Однако, вместо предельной величины появления симптомов недостатка питательных веществ, автор считает бол7). правильное изображение т. н. критической концентрации питательных веществ (17, 2ях

5. Диапазон критического снабжения азотом в данных опытных условиях в листьях находится между 1,8—2%, в корнях — 1,3—1,6%, в стеблях — 1,2—1,5 и в целом растений — 1,7—2% (рисунок 8). Данные анализа листьев, стеблей и целого растения указывают на то, что критическая концентрация азота может изменяться в зависимости от количества прочих питательных веществ. Отношение N/P автор изображает (рисунок 9) на основании работы ван Гора (van Goo r) (9), при чем у листьев обнаруживается характерный из а у в росте при отношении N/P равном 9—10, у корней — 5, у стеблей — примерно — 15,ших целого растения — 8—10. Постоянство оптимальных отношений N/P требует дальней исследований.

Рисунок 1.: Содержание сухого вещества подопытных растений в I. (+) и II. (·) сериях. 1 и 2: сухой вес листьев. 3 и 4: сухой вес корней. 5 и 6: сухой вес стеблей.

Рисунок 2.: Сухой вес боковых побегов в I. и II. сериях.

Рисунок 3.: Отношение сухого веса корня/стебля в I. и II. сериях.

Рисунок 4.: Состав листьев I-ой серии.

Рисунок 5.: Состав корней I-ой серии.

Рисунок 6.: Состав стеблей I-ой серии.

Рисунок 7.: Отношение питательных веществ в листьях растений контрольных I-ой серии.

Рисунок 8.: Сухой вес отдельных фракций и отношение их содержания азота в I-ой и II-ой сериях. (Обозначения см. в рисунке 1.).

Рисунок 9.: Сухой вес отдельных фракций и отношение N/P в них. (Обозначения см. в рисунке 1.)

Рисунок 10.: Содержание N, P, K, Ca и Mg в листьях растений I-ой серии.

Рисунок 11.: Содержание N, P и Ca в корнях растений I-ой серии.

Рисунок 12.: Содержание N, P, K, Ca и Mg в стеблях растений I-ой серии.

Рисунок 13.: Содержание N, P и Ca в целых растениях I-ой серии.

Рисунок 14.: Количество использованного отдельными вариантами N и P в процентах от общего внесенного N и P, у растений I-ой и II-ой серий.

Die Nährstoffaufnahme bei Kiefernpflänzlingen. I.

Z. BÖSZÖRMÉNYI

Pflanzenphysiologisches Institut der L. Eötvös Universität, Budapest (Ungarn)

Zusammenfassung

Die Feststellung des Nährstoffbedarfes der Pflanzen, als theoretische Grundlage für eine wissenschaftliche Erfassung der Kunstdüngung, ist eine der bedeutendsten praktischen Aufgaben der Pflanzenphysiologie. Im nationalen Aufforstungsplan Ungarns kommt der Kiefer (*Pinus silvestris*) eine grosse Rolle zu. Die Aufzucht von Pflänzlingen guter Qualität ist daher von hervorragender Wichtigkeit. Zur Feststellung des Nährstoffbedarfes der Kiefernpflänzlinge wurden pflanzen-

analytische Experimente im Vegetationshaus, sowie ähnliche Untersuchungen in Feldversuchen durchgeführt. Die vorliegende Abhandlung bietet die Ergebnisse der Präliminaruntersuchungen.

Der Einfluss der N-Düngung auf das Wachstum und die chemische Zusammensetzung wurde an Sandkulturen experimentell untersucht. Zwei verschiedene Nährlösungen wurden bei je fünf Stickstoffniveaus angewandt, wobei die Konzentration der zweiten Nährlösungsreihe das doppelte der ersten war (siehe Tabelle 1.). Die chemische Zusammensetzung des verwendeten Sandes, sowie der Pflanzlinge der ungedüngten Kontrolle ist in den Tabellen 2. und 3. angegeben. Die Bewässerung geschah mit destilliertem Wasser und wurde nach Möglichkeit reguliert. Alle Experimente wurden fünfmal wiederholt. Zwecks chemischer Analyse wurden die Pflanzen in Blatt-, Wurzel-, Seitentrieb- und Stengelfraktionen aufgeteilt, worauf Analysen auf Gesamt-Stickstoff-, P-, K-, Ca- und Mg-Gehalt erfolgten. Die hierbei befolgte Methode beruht auf Verfahren von Kelley, Hunter und Sterges [14], Wolf [28] sowie Drosdoff und Nearpass [6].

Zusammenfassung der Ergebnisse: 1. Bei den niedrigsten Stickstoffniveaus (Kontrolle 1,6) entwickelte sich eine charakteristische rote Laubfärbung infolge der N-Insuffizienz. Unseres Wissens wird die rote Laubfarbe bei N-Mangel von Hobbs [13] ausschliesslich bei *Pinus resinosa Ait.* erwähnt. Die rote Laubfarbe bei der Kiefer wurde bisher als Symptom eines P-Mangels betrachtet.

2. Bei den Daten bezüglich Trockengewicht (Abb. 1.) sei hervorgehoben, dass bei Stickstoffdüngung das Trockengewicht der Wurzel bedeutend langsamer als das der Triebe zunimmt. Demzufolge nimmt das Verhältnis Wurzel per Trieb ab und scheint ungefähr bei Stickstoffkonzentration 180. mg je l approximativ bei 0,6 konstant zu werden (Abb. 3.). Sowohl das Trockengewicht (Abb. 2.) als die Anzahl der Seitentriebe erfährt eine signifikante Erhöhung bei N-Düngerzufuhr, und könnte demzufolge auf irgendeine Weise als Index der N-Versorgung verwendet werden.

3. Die chemische Zusammensetzung der Pflanzen wird in Abb. 4–6. mitgeteilt. Da der prozentuelle Gehalt an Stickstoff in den Blättern am veränderlichsten ist, dürften die Blätter zu einer Beurteilung der Stickstoff-Versorgung am besten geeignet sein. Der prozentuelle Gehalt an P (in Nährlösungen von identischem P-Gehalt) steigt erst bei wachsender N-Versorgung, um dann zu fallen. Ähnlich verhält sich die Veränderung des prozentuellen K-Gehaltes, hingegen zeigen Ca und besonders Mg eine absteigende Tendenz.

4. Zu einer anschaulichen Vergleichung der Nährsubstanz-Verhältnisse wird die Nicholas-Wallacesche Darstellungsmethode bevorzugt, deren Variante den in Abb. 7. mitgeteilten Daten der I. Blatt-Serie zu Grunde liegt. Es wird jedoch vorgeschlagen, zur graphischen Festlegung der beginnenden Manifestation der Mangelsymptome anstatt des Schwellenwertes sich der sog. kritischen Nährstoffkonzentration als Kriterium zu bedienen [17, 27.].

5. Das Bereich der kritischen Stickstoffversorgung liegt unter den experimentellen Umständen bei Blättern zwischen 1,8–2%, bei Wurzeln zwischen 1,3–1,6%, bei den Stengeln zwischen 1,2–1,5% und in der gesamten Pflanze zwischen 1,7–2% (Abb. 8.). Die Angaben bei Blatt, Stengel und Gesamtpflanze weisen auf eine mögliche Änderung der kritischen Stickstoffkonzentration bei wechselnden Mengen von anderen Nährsubstanzen. Die N per P Verhältnisse wurden nach von Goor [9] dargestellt (Abb. 9.) und hierbei ergab sich ein signifikanter Bruch bei N/P-Verhältnis-Werten von 9–10 bei Blättern, 5 bei Wurzeln, approximativ 15 bei Stengeln und 8–10 bei Gesamtpflanzen. Die Konstanz des optimalen N/P-Verhältnisses erfordert weitere Untersuchungen.

Abb. 1. : Trockengewichtfraktionen der Versuchspflanzen bei Serie I. (+) und Serie II. (·). 1 und 2 : Trockengewicht der Blätter. 3 und 4 : Trockengewicht der Wurzeln. 5 und 6 : Trockengewicht der Stengel.

Abb. 2. : Trockengewicht der Seitentriebe bei Serie I. und II.

Abb. 3. : Verhältnis von Wurzel-zu-Trieb-Trockengewicht bei Serie I. und II.

Abb. 4. : Zusammensetzung der Blätter der I. Serie.

Abb. 5. : Zusammensetzung der Wurzeln der I. Serie.

Abb. 6. : Zusammensetzung der Stengel der I. Serie.

Abb. 7. : Verhältnis der Nährsubstanzen bei den Blättern der Kontrolle und der I. Serie.

Abb. 8. : Verhältnis der einzelnen Trockengewicht-Fraktionen und ihrer Stickstoffgehalte bei Serie I. und II. (Bezeichnung siehe bei Abb. 1.)

Abb. 9. : Verhältnis der einzelnen Trockengewicht-Fraktionen und ihrer N per P-Werte zu einander (Bezeichnung siehe bei Abb. 1.)

Abb. 10. : N, P, K, Ca und Mg Gehalt der Blätter der I. Serie.

Abb. 11. : N, P, und Ca Gehalt der Wurzel der I. Serie.

Abb. 12. : N, P, K, Ca und Mg Gehalt der Stengel der I. Serie.

Abb. 13. : N, P und Ca Gehalt der Gesamtpflanzen der I. Serie.

Abb. 14. : Die von den einzelnen Varianten verbrauchten N und P-Mengen, im prozentuellen Verhältnis zur gegebenen Gesamtmenge der N und P, bei der I. und II. Serie.

Mineral Nutrition of Nursery Trees of the Scotch Pine I.

Z. BÖSZÖRMÉNYI

Institute for Plant Physiology, L. Eötvös University, Budapest (Hungary)

Summary

The establishment of nutrient requirements of plants, as the first step in working out the theoretical bases of fertilizing, is one of the most important tasks of plant physiology. Scotch pine (*Pinus silvestris* L.) plays a great role in the national designs for afforestation, and so growing nursery trees of good quality is of first rate importance. To establish the nutrient requirements of nursery trees of the scotch pine, field and glasshouse experiments were started, to be evaluated with the method of plant analysis. This paper gives an account of the first, preliminary experiments.

The effect of nitrogen supply was studied on growth and chemical composition of nursery trees. Two different nutrient solutions were used in sand cultures, each with five different nitrogen levels, so that the concentration in the second solution was always twofold that of the first one (table 1.). The chemical composition of the sand, used in the experiments, and plants in the absence of fertilizers are given in tables 2. and 3., respectively. For irrigation, controlled as much as possible, distilled water was used. All the experiments were done in 5 repetitions. For chemical determinations plants were cut up in leaf, root, stem, and side-shoots and analyzed for total-N, P, K, Ca, and Mg. The analytical methods used were based on procedures of Kelley, Hunter, and Sterges [14], Wolf [28], and Drosdoff and Nearpass [6].

Summary of results: 1. At the lowermost N-levels (control, 1 and 6) characteristic red coloring of the needles was observed. To the best knowledge of the author Hobbs [13] alone describes red coloring as characteristic of N-deficiency in *Pinus resinosa* Ait. Red coloring of the needles in *Pinus silvestris* was hitherto assumed to be caused solely by P-deficiency.

2. The presented data for amounts of dry-matter show differences in response of shoot and root to N-fertilizers. Since the increase in dry-matter content of roots is substantially slower, than that of the shoot, the ratio root/shoot decreases at increasing the N-level, until about 180 ppm N is reached, wherefrom, with a value of 0.6 it is constant (fig. 3.). The increase in dry-matter content (fig. 2.), and number of laterals is characteristic of increased use of N-fertilizers, and so, in some form, may serve as an index of N-supply.

3. The chemical composition of plants is given in figures 4 to 6. The most suitable material for determination of N-supply are leaves, since N-percentage of the needles is the most variable. In nutrient solutions of the same P-content P-percentage at first follows the increase of N-supply, later it becomes decreasing. The change of K-percentage is similar; Ca, and particularly Mg show a decreasing tendency.

4. As a particularly perspicuous way of representation a version of the method of Nicholas and Wallace was used in fig. 7. to portray the data for leaves of the first series. Author considers, however, the representation of the so called critical nutrient concentration more proper, than that of the threshold value of deficiency symptoms [17, 27].

5. Under experimental conditions critical N-supply was found to be between 1.8 and 2.0% in leaves, 1.3—1.6% in roots, 1.2—1.5% in stems, and 1.7—2.0% in whole plants (fig. 8.). Data for leaves, stems, and whole plants refer to the possibility of changes in critical N-concentration, as a consequence of changing the amount of other nutrients. In fig. 9. the ratios N/P are represented with the procedure of van Goor [9]. The curves show a characteristic break at an N/P value of 9—10 in leaves. The respective values for roots, stems, and whole plants are 5, cca. 15, and 8—10, respectively. The stability of optimal N/P values needs further investigations.

Fig. 1.: Distribution of dry-matter in plants in series I. (+) and II. (·). 1 and 2: dry-matter content of leaves. 3 and 4: dry-matter content of roots, 5 and 6: dry-matter content of stems.

Fig. 2.: Dry-matter content of side-shoots in series I. and II.

Fig. 3.: The ratio of root/shoot dry-matter in series I. and II.

Fig. 4.: Composition of leaves in series I.

Fig. 5.: Composition of roots in series I.

Fig. 6.: Composition of stems in series I.

Fig. 7.: Ratios of nutrients in leaves; control, and series I.

Fig. 8.: Relation of dry-matter to N-content in different plant parts. Series I. and II.

Fig. 9.: Relation of dry-matter to the N/P value in different plant parts (Signs as in fig. 1.).

Fig. 10.: N, P, K, Ca, and Mg content of leaves in series I.

Fig. 11.: N, P, and K content of roots in series I.

Fig. 12.: N, P, K, Ca, and Mg content of stems in series I.

Fig. 13.: N, P, and Ca content of whole plants in series I.

Fig. 14.: N, and P utilized by the single variants, expressed as percentage of the amount of N and P applied (series I. and II.).